



Face aux nanotechnologies : vers une épistémologie politique

Alain-Marc Rieu

► To cite this version:

Alain-Marc Rieu. Face aux nanotechnologies : vers une épistémologie politique. Daniel Parrochia. Formes, systèmes et milieux techniques. Après Simondon, Jacques André Editeur, pp.219-236, 2012. hal-00743894

HAL Id: hal-00743894

<https://hal.science/hal-00743894>

Submitted on 21 Oct 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Alain-Marc Rieu
Professeur, Faculté de philosophie, Université de Lyon-Jean Moulin
Institut d'Asie Orientale (UMR 5062), ENS Lyon
amrieu@gmail.com / <http://w7.ens-lyon.fr/amrieu>

3 avril 2012

Face aux nanotechnologies : vers une épistémologie politique

Résumé

L'objectif est de ramener ce qu'on nomme génériquement « nanotechnologies » au processus de convergence des trois grands champs de recherche et d'innovation des cinquante dernières années : les biotechnologies, la nanoscience des matériaux et les technologies numériques. Cette convergence est une projection de long terme qui virtuellement reconfigure les relations entre la recherche, l'innovation, les institutions politiques et le développement politique et social. Cette convergence est un type de gouvernance de la société par la science et la technologie. L'objectif est de montrer qu'un processus d'une telle ampleur requiert une réponse adaptée des sciences humaines et sociales, en particulier la formation d'une épistémologie politique.

Mots clefs

Epistémologie, épistémologie politique, Science Studies, éthique, gouvernance, gouvernementalité, knowledge regime, politiques de recherche, nanotechnologies, convergence bio-info-nano

Biographie

Alain-Marc Rieu est professeur de philosophie contemporaine et d'épistémologie (Science Studies) à l'Université de Lyon-Jean Moulin, membre de l'Institut d'Asie Orientale à l'ENS de Lyon. Il étudie les conditions et les conséquences de la mutation depuis les années 1980 de la conception, de l'organisation et du rôle de la science et de la technologie dans les sociétés industrielles avancées. (amrieu@gmail.com / <http://w7.ens-lyon.fr/amrieu/>).

Un nouveau régime épistémique : gérer la recherche, gouverner la société

Depuis les années 1990, un nouveau mode de gouvernance (*gouvernementalité*, Foucault, 1978, Lascoumes 2004) se met en place dans les sociétés industrielles avancées. Ce modèle d'organisation et de gestion des systèmes économiques et sociaux se résume en une formule : gérer la recherche pour gouverner la société par l'économie. Cette gouvernance repose sur un régime épistémique (*knowledge regime*) transformant les interactions entre la recherche, les universités, l'Etat, la société et l'économie, ainsi que les relations internationales et les interactions avec l'environnement biophysique. C'est ce qu'on nomme communément la « société de la connaissance ». La crise systémique qui commence en 2007 a renforcé cette évolution : les politiques de recherche et d'innovation sont considérées comme une stratégie de sortie de crise, aussi bien au Japon et qu'aux Etats-Unis que dans l'Union européenne et en Chine (Rieu 2008). Ce régime épistémique s'exprime de deux façons principales, par la conception et la mise en œuvre de politiques de recherche toujours plus inclusives (Rieu, 2001, 2007, 2011), par la place des nanotechnologies dans ces politiques. La première orientation échappe quasiment à toute investigation critique : elle est traitée dans le cadre des « politiques publiques ». La seconde par contre est l'objet de multiples débats et travaux sur les nanotechnologies et la « techno-science » (Rieu 1990, Bensaude-Vincent, 2009).

Force est de constater que ces débats sont sans effets observables sur ces évolutions : les travaux issus des diverses disciplines étudiant les interactions entre les sciences, les technologies et les sociétés sont sans impact effectif sur les politiques étudiées. Aussi pertinentes et justifiées soient-elles, ces recherches et débats sont circonvenues et dévaluées, à la fois reconnues comme urgentes et essentielles, mais considérées comme mal ciblées inadaptées, inefficaces et même contre-productives. Dans ce simulacre de démocratie, à condition qu'il soit non conclusif, le débat compte plus que son contenu et son enjeu. Les lieux de pouvoir constituant cette gouvernance entendent simplement éviter le piège de la controverse sur les organismes génétiques modifiés (OGM), les blocages, obstacles et résistances toujours actifs aujourd'hui. Mais en réalité, ces politiques, ces stratégies et ces lieux de pouvoir ne s'en trouvent renforcés et légitimés qu'en apparence : lorsque les sciences humaines et sociales, la critique sociale, sont entravées et dévaluées, les sociétés, les institutions politiques, les activités de recherche et d'innovation sont fragilisées. Je soutiens que ce mode de gouvernance a d'ores et déjà atteint son seuil de contre-productivité. L'enjeu

de ce texte n'est pas de résister aux nanotechnologies, de les diaboliser comme d'autres les encensent. Le but est de déconstruire leur environnement institutionnel et idéologique en montrant que ce parcours conduit à la formation d'une épistémologie politique, au sens où s'est constituée au XVIII^e siècle une économie politique. L'objectif est de clarifier la conjoncture épistémique et politique actuelle, de distinguer et évaluer les discours, les disciplines et les institutions concernées afin de proposer au débat et à la recherche les pistes de quelques solutions. Le procédé général consiste à ramener les problèmes posés à la hauteur d'une investigation pertinente par les sciences humaines et sociales et d'argumentations vérifiables par des études de terrain et le contenu de débats pertinents.

1. Une conjoncture épistémique : la convergence bio-info-nano

En effet, les débats en cours sur les nanotechnologies dissimulent que cette appellation générique désigne de multiples champs de recherche et des enjeux très différents. Ils occultent un fait qui est mon point de départ¹ : les trois champs principaux de la recherche et de l'innovation des cinquante dernières années, les biotechnologies, les nanotechnologies et les technologies de l'information, sont entrés depuis les années 1990 dans une phase de convergence. Cette convergence est propre au régime épistémique actuelle et indissociable du type de gouvernance prévalent dans les régions où cette convergence est censée s'opérer. Autour de 10^{-9} , les *objets* (atomes, molécules élémentaires) et les processus présentent des propriétés spécifiques, différentes de celles les distinguant à des échelles supérieures. Ces propriétés chimiques, biologiques et physiques semblables justifient la notion générique de nanotechnologies. De façon prévisible, le croisement des trois domaines jusqu'à présent distincts que sont la biologie, la physico-chimie et les technologies de l'information a vite engendré d'intenses spéculations (Drexler 1986, 2005, 2006, Roco & Bainbridge 2002, Bensaude-Vincent 2004, Nordmann 2005) de types très différents, depuis la prospective jusqu'à la simple promotion du domaine (Roco & Bainbridge 2002). Ces spéculations expriment une conjoncture épistémique singulière à plusieurs dimensions. D'abord, les propriétés étudiées sont indissociables des technologies permettant de les discerner, de les étudier et surtout de les manipuler. Ce sont certes des propriétés fondamentales mais ce sont aussi des *propriétés opérationnelles*, inséparables des opérations pouvant être exercées à un niveau que la philosophie commune considère habituellement comme celui du fondement de

¹ Sur les usages multiples et ambigus de la notion de convergence, voir Miège & Vinck (2011).

la vie et de la matière. A cette échelle, les distinctions entre science et technologie, la découverte et l'invention, le fait et le construit ne tiennent plus ou sont reconfigurées.

Surtout, la spécificité épistémique de ce niveau du réel explique pourquoi les nanotechnologies sont interprétées comme des opérations permettant la conception et la production de nouveaux matériaux, de nouveaux systèmes (moteurs, machines) et processus biophysiques (Drexler 2005). L'objectif est idéalement d'échapper aux contraintes et limites de niveaux biologiques ou physiques supérieurs. A l'évidence, les propriétés des processus découverts à ce niveau sont susceptibles d'applications dans quasiment tous les domaines de niveau supérieur. Les nanotechnologies soient donc censées transformer dans les années à venir, *dans le futur*, aussi bien les économies que les sociétés. En fait, d'un point de vue épistémologique, cette convergence est à la fois un diagnostic sur l'état de la recherche dans chacun des champs convergents, une anticipation et un programme de recherche. C'est donc un champ d'objets virtuel, opérationnel et performé par le support institutionnel qui se constitue et se renforce en le finançant et en le gérant. Ainsi, ces technologies engagent et associent la recherche fondamentale, la conception et la fabrication de nouveaux matériaux, la production et la distribution de l'énergie, les technologies de l'information et de la communication, la santé publique, mais aussi la défense et la sécurité en général, depuis la production de nouveaux armements, jusqu'à la surveillance et le contrôle des populations et des territoires. Elles associent et redistribuent ces domaines en ouvrant un champ spécifique de recherche et d'innovation : ils sont si divers et fondamentaux que le développement des nanotechnologies opère virtuellement un tournant dans l'évolution des sociétés dans lesquelles s'opère cette convergence. Mais ce tournant à venir est la présence actuelle d'un nouveau type de gouvernance et de pouvoir dans les sociétés industrielles avancées. Enfin, ce diagnostic, cette anticipation, les études, les programmes et les politiques de recherche qui les expriment, conduisent à concevoir un point de « singularité », un moment à venir où la convergence s'accomplissant, un nouveau type d'organisation sociale et économique aura émergé, une nouvelle humanité² aussi, ce qui ouvrira de nouvelles perspectives à d'ores et déjà imaginer, de nouveaux problèmes à conceptualiser et traiter (Kursweil 2005, 2011).

On est donc actuellement engagé dans une *conjoncture épistémique* hautement spécifique, face à une reconfiguration non seulement des sciences, des techniques et de leurs interactions, mais aussi de leur insertion dans ce qu'on nomme communément *société*, de leurs relations au système économique, aux institutions politiques et à l'organisation sociale.

² Sur le transhumanisme, je renvoie au doctorat de Julien Mô en cours de rédaction sous ma direction.

C'est la preuve d'une mutation de la conception, de l'organisation et du rôle des activités de connaissance dans les sociétés industrielles avancées. Une telle conjoncture épistémique génère et suppose une nouvelle épistémologie. Ce diagnostic exige de mettre les discours, les disciplines et les pratiques actuellement disponibles à l'épreuve de cette conjoncture afin de dégager les avancées théoriques à accomplir et les connaissances à produire.

Cette argumentation ravive une question bien connue, à la fois simple et complexe, celle posée par le déterminisme technologique et sa critique : comment les sociétés où cette mutation est censée se produire y répondent-elles ? Selon quelles modalités s'adaptent-elles ? Comment cette conjoncture est-elle formulée, comprise et débattue pour que les sociétés puissent évoluer, maîtriser cette convergence, s'y soumettre ou y résister ? Ce n'est pas une question rhétorique : si la convergence est la condition épistémique des sociétés industrielles avancées, le problème à traiter concerne le type de gouvernance, le statut de la société, de la recherche et de la formation face à ces lieux de pouvoir, finalement le rôle et le sens de la démocratie (Callon, Lascoumes, Barthe 2001), en résumé la capacité des sociétés industrielles à assimiler les connaissances qui s'y produisent. Les conditions sociales de réception des connaissances sont aussi des conditions d'innovation. L'objectif n'est pas militant : il ne s'agit pas de décider à l'avance s'il faut s'opposer ou comment résister. Il se situe à un niveau antérieur ou inférieur : comment la conjoncture épistémique actuelle est identifiée et conceptualisée ? Deux savoirs expriment cette conjoncture dans les sciences humaines et sociales : le discours éthique et une discipline éclatée dont le nom générique est l'épistémologie.

2. L'éthique : présupposés et limites

La référence et l'invocation de l'éthique constituent la réponse la plus fréquente et standardisée (McGinn 2008, Sparrow 2009). Mon but est d'exposer l'argumentation de base du discours éthique et ses modalités. La notion englobe diverses perspectives, depuis l'éthique transcendantale fondée sur des valeurs et des croyances *a priori*, jusqu'à une éthique rationnelle (Maclure 2007³), fondée sur la théorie de la décision et du choix rationnel. Le champ de l'*éthique appliquée* se déploie entre ces deux pôles. Un article de Jean-Pierre Dupuy (2005), « The philosophical foundations of NanoEthics. Arguments for a method », conduit directement au cœur de ces problèmes. Il exprime de fortes réserves et sa déception

³ Jocelyn Maclure (2007) montre comment construire une éthique sans ontologie.

envers la conception aujourd'hui prévalente de l'éthique, un désenchantement de l'éthique après plus de vingt ans d'une éthique enchantée considérée comme une façon fondamentale et efficace de traiter l'impact de la recherche (principalement en biologie) sur la société. Se référer à l'éthique permet souvent en effet de poser les bonnes questions mais s'avère incapable d'apporter des réponses pertinentes et stables. Selon Jean-Pierre Dupuy, l'échec de l'éthique réside dans le présupposé même devant lui assurer une valeur opératoire et une reconnaissance institutionnelle, la théorie de la prudence et le principe de précaution. Cette théorie et ce principe reposent finalement sur la théorie du choix rationnel, l'évaluation du risque et une analyse coût/bénéfice (Godard, Henry, Lagadec & Michel-Kerjan 2002). En généralisant une thèse d'Andrew Feenberg (2008), l'approche éthique n'est qu'une extension du processus de rationalisation propre aux sociétés industrielles. Elle est une technologie sociale permettant de protéger les acteurs de la recherche aussi bien que leurs éventuelles victimes des conséquences non voulues ou non prévisibles de leurs travaux. Elle est aussi un mode d'organisation et de résolution du débat entre des valeurs, des idéologies et des intérêts divergents dans le but de construire des consensus temporaires ayant pour propriété de ne jamais bloquer ou entraver durablement l'activité concernée. Elle est à la fois une pseudo-discipline et une procédure légalement reconnue dont le rôle est de formuler et gérer l'impact potentiel de la recherche et de l'innovation sur la société, la culture, les croyances, l'industrie et l'environnement. Ces débats infinis, sans cesse rouverts et jamais définitifs, sont la base du traitement éthique des problèmes recherche/société. En dernier ressort, la seule issue pour dépasser les conflits de valeurs et d'intérêts est le recours à la théorie du choix rationnel, à une analyse coût/bénéfice qui sont ainsi la seule justification finale et contribution réelle de l'éthique.

Or, pour Jean-Pierre Dupuy, l'échelle, l'enjeu et l'impact de la convergence bio-info-nano (BIN) transcendent l'analyse en terme de risque. Au-delà du principe de précaution, se pose une question : si la probabilité d'un accident peut être évaluée et gérée selon le modèle coût/bénéfice, l'échelle même de la BIN convergence la situe au-delà de « toute représentation », de la prévision et du calcul. Elle indique une sorte de sublime technoscientifique, qui terrorise et fascine à la fois parce qu'elle excède la capacité humaine de penser, de prévoir et de gérer la voie dans laquelle s'engage ainsi l'humanité. Les conséquences de cette évolution sont considérées comme une transition vers un autre type de société, impossible à imaginer selon l'état présent. Ce saut qualitatif à la fois prévisible et non imaginable explique pourquoi l'éthique conduit à invoquer un fondement situé au-delà de toute connaissance établie. C'est ce qu'exprime la théorie de la singularité : elle propose un

dépassement technologique ; Jean-Pierre Dupuy lui oppose un dépassement métaphysique. Ainsi cette faiblesse et cette limite de l'homme sont interprétables de deux façons : soit comme un appel à des valeurs transcendantales, à l'invocation d'une catastrophe à venir afin de repenser et même refonder le présent ; soit comme un appel à la pensée, à une avancée de la connaissance. Toute solution entre ces deux pôles se dissout finalement dans l'un des deux. La démarche de J.P. Dupuy consiste à invoquer la catastrophe pour opérer une mutation de la connaissance.

Le problème est que ces deux pôles sont aussi normatifs l'un que l'autre. Une éthique transcendantale entend subsumer tous les cas empiriques sous une vérité *a priori*, sous des valeurs, des croyances ou des principes pour les juger. Elle perd de vue le sens et l'enjeu de chaque situation particulière. Elle perd toute pertinence pour ceux qui ne partagent pas le même *a priori*. La théorie du choix rationnel suppose quant à elle que toutes les entités (individus, groupes ou nations), dans la même situation et disposant de la même information, feraient un choix identique ou semblable. Son problème récurrent (Rieu 2011b) est que la théorie ne contient, ni ne procure cette information nécessaire, la connaissance de la situation en question. Cette théorie suppose que l'information soit déjà là, à la disposition de ceux qui se trouvent en situation de choix. En réalité, la notion d'*information* n'est qu'un mot-valise pour désigner un processus complexe, à la fois une connaissance empirique et une expérience située, des représentations collectives, des discours, des concepts et des théories. Comme on le verra, produire, évaluer, communiquer et partager ces connaissances est le rôle d'une épistémologie. Finalement, l'éthique transcendantale et la théorie du choix rationnel partagent une même illusion performative : juger, c'est mettre en œuvre ce qui a été d'abord décidé ou évaluer. Le choix dissimule le contexte institutionnel qu'il suppose et qui permet de le performer.

Jean-Pierre Dupuy est ainsi conduit à chercher un niveau plus profond que l'éthique. Il montre que les nanotechnologies sont un enjeu ontologique. Elles concerneraient la structure même de l'être-au-monde, le rapport de l'homme à lui-même, à ses semblables et au monde dans lequel ils sont situés, où ils trouvent leur place, leur sens et leur valeur. Les nanotechnologies engagent finalement « la condition humaine » telle que la définit Hannah Arendt⁴ (1961) : elles transforment les conditions de la vie humaine sur la planète, l'humanité même. Pour s'égaliser aux nanotechnologies, à leur configuration épistémique, Jean-Pierre Dupuy en arrive ainsi à poser des problèmes métaphysiques qu'il définit comme le domaine

⁴ *Condition de l'homme moderne*, chapitre VI « La *vis activa* et l'âge moderne ». Le sous-chapitre « La vie comme souverain-bien » (en particulier p 396-7) montre les présupposés de cette transgression ontologique.

même de la philosophie. En s'avancant dans cette voie, il dénie ou réduit la possibilité et la pertinence d'une connaissance de ces problèmes et enjeux, de la capacité des sciences humaines et sociales à analyser, expliquer, débattre et gérer une mutation d'une telle échelle. Il n'est pas le seul à développer un tel argument métaphysique, mais il est le plus explicite et le plus clair : les différents arguments éthiques se référant à un fondement ontologique ou transcendantal ne sont finalement que des versions de celui de J.P. Dupuy.

3. L'éthique et ses institutions

Pour sortir de cette impasse, une solution consiste à poser la question autrement, de ramener ces problèmes à l'échelle d'une investigation par les sciences humaines et sociales : qu'est-ce que l'éthique est supposée achever concernant la convergence des biotechnologies, des technologies de l'information et des nanotechnologies ? De quelle responsabilité l'éthique est-elle investie ? Quelles sont les conditions de son efficacité ou, directement, quel est le pouvoir de l'éthique ? Ainsi posé, le problème change de sens et devient : qu'est-ce qui donne pouvoir et pertinence au discours éthique ? Manifestement l'éthique acquiert une efficacité non pas à cause des débats et discussions qui lui sont propres mais en raison de son degré d'institutionnalisation. Le discours éthique est toujours organisé en comités, groupes de conseil ou de discussion, en colloques, programmes de recherche et enseignements supposés associés ou représentés les principales familles spirituelles (religions et autres allégeances), les groupes d'intérêts (les milieux d'affaire, les mouvements syndicaux, les médias, des responsables universitaires, directeurs de laboratoire), les milieux administratifs et politiques. Les membres de ces comités ne sont pas élus mais nommés ou reconnus par leurs pairs, leur hiérarchie ou l'autorité politique. Le but de ces comités est de débattre afin d'atteindre, on l'a dit, un consensus acceptable par tous les groupes associés. Il est donc de réguler, contrôler et orienter les activités de recherche et d'innovation, d'influencer ainsi les appels d'offre et l'attribution des budgets. Ces débats sont amplement relayés par les médias et façonnent l'opinion publique et les représentations collectives.

Le rôle de ces comités pose problème : le statut institutionnel qui leur est reconnu les constitue à la fois comme une expression et un substitut de l'opinion publique, des communautés de recherche et des parlementaires élus. En tant que groupes d'intérêt et de pression, le rôle de ces comités est donc fondamentalement anti-démocratique. Ces consensus jugent, décident et gèrent l'« intérêt général », le « bien public », sans associer, ni engager les citoyens, les consommateurs et les usagers, pas plus que les chercheurs ou les professions

juridiques. Au nom de la « condition humaine » et de valeurs transcendantes, métaphysiques ou religieuses, ces comités ont effectivement pour fonction d'être à la fois une expression et un substitut de la « société civile ». Ils sont censés représenter sans avoir à être représentatifs. Ils sont constitués et reconnus par les institutions politiques qui, en les institutionnalisant, les intègrent dans l'appareil d'Etat. Le discours éthique relève fondamentalement du régime actuel de gouvernance.

Analyser le discours éthique à partir de son mode d'institutionnalisation apporte-t-il une solution à l'opposition entre éthique transcendante et éthique rationnelle, entre ces deux approches normatives et performatives ? Mon analyse permet d'abord de construire une argumentation qui situe le discours éthique au niveau du rôle effectif qu'il joue dans nos sociétés et de la façon dont il est organisé. Elle consiste à ramener ce discours de ces fondements à sa réalité empirique telle qu'on peut l'observer et l'étudier. L'éthique est prise pour ce qu'elle est et ce qu'elle fait. Dans cette perspective, l'éthique ne sert qu'à négocier, qu'à construire des consensus, à concilier des intérêts et des buts divergents. Concrètement, elle sert à éviter les blocages, les oppositions et les résistances pouvant surgir de positions idéologiques ou religieuses *a priori*. Il ne s'agit pas de dévaluer ceux qui dans ces comités sont les porte-parole de ces valeurs et de ces intérêts. Le travail des comités est finalement de suspendre et neutraliser l'affrontement des valeurs et le conflit des intérêts. Ce travail n'a pas pour fonction de bloquer ou d'interdire. Sa finalité n'est pas de prendre des décisions définitives mais de prendre au contraire des décisions temporaires, révisables et adaptables. Les comités d'éthique se réunissent chaque année pour autoriser ce qu'ils avaient retardé auparavant, ce dont ils avaient dénoncé les dangers et les dérives, pour revoir leurs recommandations et éventuellement y renoncer. Les exemples abondent, à tous les niveaux. La recherche sur les embryons, les cellules souches, la détection des anomalies génétiques, l'étude des propriétés physiques du vivant, les manipulations génétiques aussi bien que les nanomatériaux et leurs applications, montrent que rien n'est jamais bloqué. Tous les tabous, préjugés, présupposés et intérêts sont discutables et négociables. L'éthique et ses comités gèrent le risque selon le principe de précaution au nom de la société et de l'Etat. En un mot, rien n'arrête le progrès.

Deux commentaires permettent d'ouvrir d'autres investigations. Je viens en réalité de montrer à nouveau que la fonction de l'éthique repose finalement sur le choix rationnel et institutionnellement s'y réduit. On a vu que le calcul du risque et le processus de décision reposent sur une *information* disponible et partagée. En réalité, les conflits de valeurs et

d'intérêt en sont simplement une composante et une modalité. Par contre, cette information est structurée et institutionnalisée : ce sont des connaissances, des disciplines aussi bien que des théories, les institutions qui les produisent, les diffusent et les enseignent. Il faut donc montrer maintenant comment ces connaissances sont organisées et ce qu'elles enseignent, aussi bien sur la prise de décision que sur les institutions et les pratiques qui lui sont dédiées. On quitte ainsi le domaine de l'éthique pour entrer dans un autre domaine auquel la pensée française a donné le nom générique d'*épistémologie*. Ce second commentaire ajoute au premier un composant institutionnel et politique qui n'est pas l'objet de cet article : ramener l'éthique au choix rationnel, à sa fonction et à son statut dans les sociétés industrielles, montre que le dispositif éthique en construction depuis les années 1970 relève d'un ensemble d'agencements institutionnels disposant d'un pouvoir d'orientation et de décision, de contrôle et de gestion de la société tout entière. Comme on l'a vu, dans ce réseau se trouve construit et établi un substitut de l'opinion publique au nom de l'intérêt général, associant des groupes d'intérêt multiples et divergents. Ce réseau constitue un type de gouvernance exigeant une analyse spécifique. Il est ainsi indissociable d'une épistémologie.

4. L'épistémologie : une discipline mal formée

Cette nouvelle étape dans l'argumentation exige de récapituler d'abord comment on en est arrivé là. Le but est d'examiner les instruments conceptuels et théoriques actuellement disponibles pour répondre aussi bien à la convergence des trois grands champs de recherche et d'innovation des trente dernières années qu'au type de gouvernance qui s'y exprime. L'idée est qu'un examen critique de ces instruments conceptuels modifie la gouvernance et par là la conception et les finalités d'une convergence qui est à la fois une recherche, un projet et un programme. Le recours à l'éthique est la réponse la plus fréquente. En analysant les présupposés du recours à l'éthique, de la théorie du choix rationnel qui en justifie le rôle dans nos sociétés, on en est arrivé à poser la question des connaissances disponibles sur la base desquelles l'évaluation des risques et la décision s'opèrent. L'organisation et le rôle de ces connaissances posent des problèmes dits *philosophiques* et engagent une discipline aux contours flous qu'on nomme en France *épistémologie*. En réalité, la notion d'épistémologie désigne plus un programme de constitution d'une discipline qu'une discipline bien constituée. Cette notion désigne dans les sciences humaines et sociales un vaste champ d'études portant sur les conditions de production, de distribution et de réception des connaissances dans les sociétés. Ce champ d'études est composé de domaines de recherche distincts et travaillés par

plusieurs disciplines : l'épistémologie au sens *continental* du terme et la philosophie des sciences, l'approche *Science-technologie-société*, les Etudes de science et de technologie (*Science and Technology Studies*), l'histoire des sciences, des techniques et des industries, la sociologie des sciences, l'économie et la gestion de l'innovation (*Economics of innovation, Management of innovation*). Cette conception de l'épistémologie comme discipline à venir est donc irréductible à une théorie de la connaissance ; elle ne se confond pas non plus à son usage en anthropologie qui la réduit à la conception de la connaissance propre à une société donnée. Il résulte de ces différents points de vue que la mutation qu'introduisent les nanotechnologies et plus précisément la convergence bio-info-nano ne concerne pas « la condition humaine » mais *la condition épistémique* des sociétés industrielles avancées.

Même si elle reste largement invisible, cette mutation est d'une telle ampleur que toutes les sciences humaines et sociales sont concernées. L'échelle même de la mutation exige de construire non pas une unité mais une cohérence entre les connaissances ainsi produites. Cette cohérence est nécessaire pour que les sociétés où s'opère cette mutation soient en mesure de la comprendre, d'en débattre, de la maîtriser et de l'assimiler en lui donnant une finalité. L'édification collective d'un ensemble cohérent de connaissances est la fonction même d'une épistémologie qui devient ainsi une science humaine et sociale à part entière. Plus précisément, sa fonction n'est pas à proprement parler de produire des connaissances mais de produire de la cohérence dans la diversité des connaissances disponibles.

Cette fonction et cette conception de l'épistémologie donnent un contenu effectif à ce que la théorie du choix rationnel nomme « l'information disponible ». Mais une fois constituée cette épistémologie ne précède pas la décision. Elle n'est pas seconde et soumise au processus de choix : c'est elle au contraire qui guide et conditionne le choix, qui ouvre et rend possible un débat public sur la base d'une connaissance commune. Elle tient ainsi la fonction que prétend exercer l'éthique (Rieu 2011b). Mais elle n'est pas pour autant un substitut de l'opinion publique puisqu'elle participe à l'espace public, relève de la « société civile », fournit une plateforme au débat politique. Une des mutations majeures qu'introduit donc la BIN convergence, comme un effet non-voulu, est l'émergence d'une épistémologie comme science humaine à part entière. Comme la convergence, elle est à la fois une tendance, une anticipation et un programme.

La construction d'une telle épistémologie exige de dépasser le clivage bien connu qui a bloqué sa formation tout au long du XX^e siècle. Mon but est de montrer que la BIN convergence conduit aujourd'hui à son dépassement. Ce clivage organise les différentes

disciplines et champs de recherche mentionnés en deux grands ensembles. On distingue ainsi les épistémologies internes (*internalistes*) qui analysent le développement des sciences et des théories scientifiques selon l'évolution interne des disciplines, de la production des connaissances et de la constitution des théories⁵. On oppose à cette classe d'épistémologies, celles étudiant la production des connaissances, des disciplines et des théories du point de vue des diverses contraintes externes s'exerçant sur le travail des scientifiques et ingénieurs. Ces épistémologies sont dites *externalistes* : elles comprennent de nombreuses écoles, depuis l'étude des controverses théoriques et la « vie des laboratoires⁶ » jusqu'aux conditionnements culturels, politiques et économiques. En résumé, les épistémologies internes proposent une conception trop restreinte de la production des connaissances, les épistémologies externalistes une conception trop large (Kornblith 2001). Aucune des deux classes ne construit par elle-même une conception suffisante et cohérente de la production des connaissances. En réalité, ces deux types d'épistémologie expriment deux moments des sciences contemporaines : *globalement*, le mouvement internaliste domine la première moitié du XX^e siècle, la tendance externaliste la seconde. Les deux coexistent, mais le second est devenu prévalent à partir des années 1970 et le reste aujourd'hui. Le fait est qu'ils ne peuvent ni s'exclure, ni s'ignorer, que la mutation de la conception, de l'organisation et du rôle des activités de connaissance dans l'évolution des sociétés industrielles exige, permet aussi, de dépasser cette opposition.

Dans la perspective ici développée, on remarque que les épistémologies internes proposent une conception essentialiste de la science et de la technologie. Elles traitent des questions du type : qu'est-ce qu'une science ? Qu'est-ce qui distingue la science de la non-science, la science de la technique ? Ces épistémologies se sont particulièrement développées dans la première moitié du XX^e siècle parce que les révolutions scientifiques qui se succédaient depuis la fin du XIX^e siècle, aussi bien en physique, mathématiques qu'en biologie, rendaient nécessaire de formuler et expliquer des mutations qui bouleversaient la conception de la science, les exigences et les objectifs de ses praticiens. Il fallait par exemple expliquer la différence entre la théorie de la relativité ou la physique quantique et la physique newtonienne, la mécanique *moderne* en général. Les philosophies de la connaissance issues de la révolution copernicienne n'étaient plus valides ou justifiables. La physique

⁵ Le modèle type est la démarche de l'école de Jean Cavailles, en particulier celle de Jean-Toussaint Desanti (1968).

⁶ Cette formule renvoie bien sûr à l'œuvre de Bruno Latour (1989, 1996, avec Steve Woolgar) : elle mérite une étude spécifique car elle échappe à l'opposition ici présentée entre internalisme et externalisme. Elle développe en effet une *sociologie internaliste* des sciences. L'objectif de cette étude est de montrer comment la recherche scientifique a été investie par les diverses sciences humaines et sociales, ce qui a bloqué la formation d'une discipline spécifique.

contemporaine introduisait une autre conception de l'espace/temps ; elle n'avait pas la même conception du donné, de l'expérience, du rôle des instruments, de la méthode et de la preuve. La construction théorique jouait un rôle nouveau. Les sciences ne supposaient pas une structure cognitive propre à l'esprit humain, un fondement mental source de toute connaissance. La question auxquelles répondaient ces épistémologies n'étaient pas tant « qu'est-ce que la science ? » mais en quoi cette conception et cette pratique des activités scientifiques se distinguaient des formes précédentes. Ainsi Karl Popper (1934) cherchait au début des années 1930 à définir « la logique de la recherche scientifique » et à démarquer cette logique des autres types de connaissance. Simultanément, Gaston Bachelard (1934) entreprenait de définir « le nouvel esprit scientifique » afin de montrer ce qui le distinguait de l'ancien, newtonien. Bachelard cherchait aussi à cerner comment l'esprit scientifique se distingue du sens commun et de l'expérience première, pour engager une évolution qui lui soit propre. Son but restera de distinguer la recherche scientifique des autres types d'expériences humaines.

Ainsi les épistémologies essentialistes se concentrent sur les débats internes, sur la façon dont les sciences se construisent de l'intérieur d'elles-mêmes, selon des exigences méthodiques propres, en se posant des problèmes (validité, vérification, preuve, réalisme, etc.) leur permettant de s'extraire indéfiniment des conditions sociales dans lesquelles elles se développent. Ces épistémologies supposent un déterminisme scientifique qui se réduit à une formule : la vérité finit toujours par triompher. Les controverses et les erreurs sont considérées comme des obstacles temporaires dans la poursuite et la conquête du vrai. Une reconstruction rétrospective peut certes justifier une telle approche. Mais analyser et connaître comment les progrès s'opèrent et s'imposent, sont différés ou bloqués, pour quelles raisons et comment, est d'un intérêt euristique supérieur. C'est même nécessaire pour comprendre comment la découverte et l'innovation se produisent : ce qui est finalement découvert ou mis au point n'est jamais conforme à ce qui était anticipé au départ. L'expérimentation n'est pas une simple vérification empirique : elle joue un rôle déterminant dans l'investigation comme dans la théorisation. Finalement les épistémologies internes sont autant une connaissance effective de la formation des connaissances qu'une philosophie des sciences exposant ce que la science doit être ou devrait être plutôt qu'une connaissance de la façon dont les sciences sont organisées, pratiquées, comment elles se développent dans leur milieu social et un système institutionnel. Elles répondent à une question philosophique : qu'est-ce qu'une science ?

L'essor des épistémologies externalistes est étroitement lié à la saturation de l'approche interne à partir des années 1970. Les raisons sont évidentes : le rôle déterminant joué au XX^e siècle par la science et la technique dans les sociétés industrielles les a transformées. Leurs interactions croissantes sont devenues un objet d'étude pour les sciences humaines et sociales. Ce que la philosophie des sciences excluait est devenu un champ d'étude à part entière. Mais son programme est trop limité pour rendre compte du phénomène qu'est la techno-science. On ne peut en déduire que l'approche internaliste ait perdu toute pertinence : elle est au contraire devenue nécessaire pour comprendre la spécificité d'une démarche scientifique par rapport aux activités d'innovation les associant à l'industrie, à la conception de produits ou à la solution de problèmes sociaux⁷. Mais les approches externalistes qui ont investi le champ laissé vacant par la philosophie des sciences et l'épistémologie essentialiste se sont formées en découpant des objets d'étude distincts et même exclusifs. En effet, les diverses épistémologies externes dérivent des trois disciplines fondamentales des sciences humaines et sociales : l'histoire, la sociologie, l'économie. Mais ces trois disciplines ne peuvent rendre compte de l'ampleur du phénomène technoscientifique d'après guerre, de l'hégémonie scientifique américaine, de l'arme atomique et de la course aux armements, du développement des satellites militaires et des armes chimiques utilisées pendant la guerre du Vietnam, des accidents provoqués par les multinationales de la chimie, par les pollutions engendrées, etc. Le deuxième *tournant* est la transformation à partir des années 1990 de la techno-science en moteur de la compétitivité industrielle, source d'une nouvelle vague techno-industrielle. Cette liste incomplète ne sert qu'à indiquer les principaux enjeux ayant donné naissance à de nouvelles spécialisations. On a déjà mentionné la problématique « science-technologie-société », les Etudes de science, l'économie de l'innovation et la gestion de la technologie. Leur contribution est remarquable et même décisive.

5. L'épistémologie : une discipline à constituer

Ces disciplines et théories diversifient et renforcent les connaissances disponibles. La possibilité d'une épistémologie cohérente semble utopique. C'est un fait. Mais l'épistémologie interne enseigne que la formation d'une discipline suppose la construction d'un filtre théorique, méthodique et empirique lui permettant de se différencier en identifiant

⁷ C'est ce que prouvent de façon exemplaire les travaux d'Alfred Normann (2008) sur la *nano-techno-science*.

et balisant son objet. Cette conception est exacte. Mais elle est corrigée par le fait que l'objet de ces disciplines connexes s'y trouve réfléchi dans chacune d'elles et forment comme l'horizon dans lequel chacune se développe. Des disciplines disjointes se constituent les unes contre les autres et en même temps se réfèrent sans cesse les unes aux autres pour combler leurs manques respectifs par des citations, des emprunts, des résumés *ad hoc*. Une économie de l'innovation est impossible sans se référer à des éléments historiques, sociologiques ou politiques. Cela prouve que ces diverses disciplines restent connectées à un niveau extérieur à chacune d'elle. Ce niveau est celui que vise cette science humaine et sociale virtuelle qu'est l'épistémologie.

Cette situation de disjonction et d'association explique pourquoi ces disciplines ne contribuent pas à l'édification d'une *vision* cohérente de la mutation de la conception, de l'organisation et du statut des sciences et des technologies qui dérivent les sociétés industrielles depuis la fin des années 1980. Quand les trois grands champs de recherche et d'innovation se croisent et même convergent, engendrant des conséquences multiples et profondes, difficiles à prévoir, le manque d'une compréhension cohérente de la conjoncture ainsi créée devient un sérieux problème. C'est un obstacle au processus lui-même, à sa réception et son assimilation par les sociétés concernées. Exactement de la même façon, il est urgent d'interroger le rôle conféré à la recherche et à l'innovation dans les stratégies actuelles de sortie de la crise qui transforme les sociétés industrielles depuis 2007 (Rieu 2011a). Ces problèmes ne peuvent être traités que par des études de cas.

D'un point institutionnel, la situation de l'épistémologie ressemble à celle du discours éthique. Elle est institutionnalisée dans les universités et autres organismes de recherche, le plus souvent dans des départements de philosophie qui restreignent fortement son champ d'étude et de pertinence. Mais à la différence de l'éthique, elle reste à l'extérieur des lieux de pouvoir, des centres de décision politique et économique. Seules l'économie de l'innovation et la gestion de la technologie y sont intégrées. Mais ces deux secteurs en sont des relais chargés de thématiser et gérer l'impact social, économique et politique de la science et de la technologie (Larédo, C. Rieu, Villard, Kahane, Delemarle, Genet & Mangematin 2009). Une preuve est qu'en France, c'est à l'Ecole des mines que s'est formée l'institution la plus puissante et la plus intelligente pour étudier les processus d'innovation. Pourtant même si les travaux du *Centre de sociologie de l'innovation* sont pleinement reconnus, ils n'ont pas d'impact décisif sur l'intensité de l'innovation en France. Au sens plein qui lui est ici attribué, l'épistémologie reste marginalisée, éclatée, encore largement confondue avec une philosophie

des sciences ou réduite à une sociologie qui a permis la formation d'une économie de l'innovation et tend désormais à s'y confondre. En France, les Etudes de science, la sociologie universitaire des sciences, la problématique « STS » jouent encore aujourd'hui un rôle marginal, mais militant, dans les universités scientifiques, par exemple à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg ou à l'Université Paris VIII. La situation est différente à l'étranger, en Allemagne, en Autriche, en Hollande, en Angleterre, aux Etats-Unis et au Canada, au Japon : la sociologie des sciences et surtout les *Science and Technology Studies* y ont conquis une forte reconnaissance institutionnelle. Elles sont parfois devenues dans les grandes universités mondialisées de puissants départements. La situation change dans certains pays européens et au niveau de l'Union européenne. Des sociologues des sciences comme Andrew Webster (2007), Helga Nowotny (2007) et Brian Wynne (2007) exercent ou ont exercés d'importantes responsabilités. Depuis 2007, un débat s'est ouvert dans la principale revue du domaine, *Science, technology and human values*, sur la participation des *Sciences Studies* au processus de construction des politiques de recherche au niveau national et européen. La crise systémique actuelle pourrait accélérer ce processus. Rien n'a réellement changé en France : le mouvement *Sauvons la recherche* de 2004, la Loi de réforme des universités (LRU) de 2007 ont ignoré, refoulé donc, les acquis et les enseignements de ces disciplines. Le premier est resté aux mains des scientifiques, la seconde sous le contrôle de l'Etat⁸.

Aussi positive soit-elle, cette évolution ne résout pas pleinement le problème. Pour acquérir une réelle efficacité sociale, devenir un lieu de pouvoir à part entière et non pas délégué, afin d'avoir un impact sur la conception des politiques de recherche ou sur l'évolution des universités, les disciplines concernées doivent clarifier leurs relations avec l'économie de l'innovation et la gestion de la technologie. Elles doivent pour cela intégrer les connaissances et l'expérience des diverses disciplines appartenant au même champ. Cela revient à constituer une épistémologie en une discipline cohérente et autonomisée dans les sciences humaines et sociales. Un conflit de pouvoir et de légitimité ne peut pas être évité puisque une hégémonie et un monopole de fait sont mis en cause. Il doit même être recherché puisque seule la formation d'une telle discipline est susceptible d'analyser le type de gouvernance en train de se généraliser. Paradoxalement, la puissance inclusive des

⁸ Par exemple, l'Université de Lyon s'est développée selon une pure logique administrative, comme une structure supplémentaire, sans entreprendre un instant d'organiser en réseau les communautés de recherche. A peine née, elle est déjà stérile, conçue même comme contre-productive par les principaux établissements qui s'y trouvent associés. Par exemple, sur l'autonomie des universités, voir Estermann, Nokkala & Steinle, *University autonomy in Europe II. The scorecard*, Bruxelles, European University Association, Novembre 2011
< http://www.eua.be/Libraries/Publications/University_Autonomy_in_Europe_II_-_The_Scorecard.sflb.ashx > .

nanotechnologies, censée bouleverser les sociétés, transforme d'abord les sciences humaines et sociales.

Vers une épistémologie politique

La *BIN convergence*, convergence des biotechnologies, de la nanoscience des matériaux et des technologies numériques, transforme virtuellement aussi bien les systèmes économiques et sociaux que les discours et les disciplines ayant pour objet les conditions de production des connaissances. Elle transforme le contenu de ces disciplines mais aussi leur rôle dans l'évolution de ces sociétés. Cet effet voulu mais non prévisible donne la mesure de la transition dans laquelle sont entrées les sociétés industrielles avancées qui ont identifié ce processus et disposent des moyens de s'y engager. Cette adaptation des sciences humaines et sociales à l'acceptation sociale et à la maîtrise de cette transition. Je soutiens d'abord que la formation d'une discipline cohérente dédiée à l'étude de ces phénomènes est un effet ces vingt dernières années de la mutation de la conception, de l'organisation et du rôle des sciences et des technologies. Je soutiens ensuite qu'une telle discipline peut contribuer au pilotage de cette mutation : elle est susceptible d'interagir avec le type de gouvernance actuellement inscrit dans la BIN convergence. Cette construction est un travail collectif, par-delà des frontières disciplinaires, culturelles et même nationales. Pour finir en prouvant la valeur euristique de la démarche proposée, les éléments d'un programme peuvent être esquissés.

Le premier point est la déconstruction des principaux arrangements institutionnels gérant la recherche dans nos sociétés et par là gouvernant leur évolution et leurs relations. C'est l'enjeu des travaux de Benoît Godin : il analyse et contextualise les modèles d'organisation de la recherche et de l'innovation dans les sociétés, leurs contextes de formation, leurs modes de légitimation et d'application. Ces modèles sont les concepts même d'une gouvernance par la recherche et l'innovation. Les nommer suffit à prouver leur prégnance : « modèle linéaire (Godin 2008) », « système national d'innovation (Godin 2009) », « cluster industriel (Porter 1990) », « triple hélix » (Leydesdorff & Etzkowitz 1997). Le modèle « triple hélix » est le plus récent et actuellement le plus puissant : il est censé exposer l'ADN des sociétés industrielles avancées, organiser en permanence la grande négociation entre les institutions de recherche et de formation (les universités), l'Etat et le système économique. Ces modèles sont des artefacts conceptuels dérivés de théories, d'études et de politiques, mais ils fonctionnent comme des normes à appliquer. Leur fonction n'est pas

d'étudier la recherche telle qu'elle est mais d'exposer ce qu'elle devrait être pour assurer la compétitivité des systèmes économiques et sociaux.

Le deuxième point consiste à montrer que ces modèles supposent la thèse développée par Michael Porter au début des années 1990 : la fonction première de la recherche et de l'innovation est d'assurer la compétitivité de long terme d'une nation ou d'une région. L'enjeu est d'assurer ou de préserver l'« avantage compétitif » des nations industrielles et d'indiquer ainsi la voie que les *autres*, les nations nouvellement industrielles, doivent prendre pour suivre la trajectoire tracée par les pays industriels et avancés afin d'espérer les rattraper un jour, devenir leurs partenaires et devenir d'abord leurs sous-traitants. Ce modèle, les réformes institutionnelles et les politiques qu'il propose, constituent le paradigme de la compétition par la recherche et l'innovation (*Research and Innovation Competitiveness Paradigm*, RICP). La convergence bio-info-nano est entièrement conceptualisée et gérée selon ce paradigme.

Le troisième point souligne que ce paradigme est la clef de voûte du régime épistémique actuellement dominant. Il constitue un modèle unique pour toute économie industrielle entendant préserver, renforcer son avance ou entreprendre les réformes politiques et sociales son « décollage » et son « rattrapage ». Depuis les années 1990, la recherche et l'innovation sont la seule issue proposée à l'évolution des systèmes sociaux et industriels. La crise systémique actuelle renforce ce diagnostic. Idéalement, l'hégémonie de ceux qui sont en avance dans l'adoption du modèle, d'abord celle de la nation qui en est l'initiateur, se trouve indéfiniment renforcée puisque cette nation dicte ainsi aux autres le modèle à suivre. Cette hégémonie a pour contre coup de renforcer le contrôle des activités de recherche et leurs institutions. On mesure ainsi le rôle d'une épistémologie politique capable de déconstruire ces assomptions, modèles et stratégies : ouvrir la voie d'une avancée démocratique pour la recherche et l'innovation par les sciences humaines et sociales.

Références

- Allen, Paul, 2011, « The singularity isn't near », *Technology review*, Cambridge, MIT Press, octobre 2011 (réponse à Kurzweil 2011)
- Arendt, Hannah, 1961, *Condition de l'homme moderne*, traduction française G. Fradier, Paris, Calmann-Lévy.
- Bachelard, Gaston, 1934, *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, Alcan, PUF
- Bensaude-Vincent, Bernadette,
 - 2004, *Se libérer de la matière ? Fantasmies autour des nouvelles technologies*, Paris, INRA éditions.

- 2009, *Les vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome*, Paris, Editions La Découverte.
- Callon, Michel, Lascoumes, Pierre & Barthe, Yannick. *Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique*, Paris, Seuil, 2001.
- Desanti, Jean-Toussaint, 1968, *Les Idéalités mathématiques. Recherches épistémologiques sur le développement de la théorie des fonctions de variables réelles*, Paris, Éditions du Seuil.
- Drexler, Eric,
 - 1986, *Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*, New York, Anchor books.
 - 2005, « Productive nanosystems. The physics of molecular fabrication Nanotechnology », *IOP Journal Physics Education*, p 339-346.
 - 2006, « Revolutionizing the future of technology », *EurekAlert* (en ligne)
- Dupuy, Jean-Pierre, 2005, “The philosophical foundations of NanoEthics. Arguments for a method”, Paper presented at the *NanoEthics Conference*, University of South Carolina, Columbia, S.C., March 2-5, 2005.
- Dupuy, JP & Grinbaum, A., (2005), “Living with uncertainty. Toward the ongoing normative assessment of nanotechnology”, *Techné: research in philosophy and technology*, Blacksburg, Virginia Tech, vol. 8, n° 2, Spring 2005.
- Etzkowitz, Henry & Leydesdorff Loet (eds), 1997. *Universities in the Global Knowledge Economy: A triple helix of university-industry-government relations*, London, Cassell
- Feenberg, Andrew, 2008, “From Critical Theory of Technology to the Rational Critique of Rationality”, *Social Epistemology*, Vol. 22, n° 1, January–March 2008.
- Foucault, Michel, 2004, *Sécurité, pouvoir, population, Cours au Collège de France 1978*, Paris, Gallimard-Seuil.
- Fuller, Steven, 2002, *Social epistemology*, Bloomington, Indiana University press, 2nd edition.
- Godard, Henry, Lagadec, Michel-Kerjan, 2002, *Traité des nouveaux risques*, Paris, Gallimard, col. Folio, 1^o partie.
- Godin, Benoît,
 - 2008 “The Linear model of innovation: the historical construction of an analytic framework”(Science, technology and human values, Sage Publications, vol. 31, n° 6, November 2008, p 639-667
 - 2009 “National innovation system: the system approach in historical perspective” (Science, technology and human values, Sage Publications, vol. 34, n° 4, July 2009, p 476-501).
- Kornblith, Hilary, 2001, *Epistemology. Internalism and Externalism*, Oxford, Blackwell
- Kurzweil, Ray,
 - 2005, *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*, Viking / Penguin Books ; trad. Française, *Humanité 2.0: La bible du changement*, M21 Editions, 2007.
 - 2011, « Don't underestimated the Singularity », *Technology review*, Cambridge, MIT Press, octobre 2011.
- Larédo, C.Rieu, Villard, Kahane, Delemarle, Genet & Mangematin, 2009, « Emergence des nanotechnologies : Vers un nouveau "modèle industriel ? » », <<http://en.scientificcommons.org/51863912>>.
- Lascoumes, Pierre, 2004, « La Gouvernamentalité : de la critique de l'État aux technologies du pouvoir », *Le Portique* [En ligne], 13-14, mis en ligne le 15 juin 2007.

- Latour, Bruno, 1989, *La science en action. Introduction à la sociologie des sciences*, Paris, La découverte.
- Latour, Bruno, & Woolger, Steve, 1996, *La vie de laboratoire. La production des faits scientifiques*, Paris, La découverte.
- Maclure, Jocelyn, 2007, “La reconnaissance engage-t-elle à l’essentialisme?”, Montréal, revue *Philosophiques*, vol. 34, n° 1, p. 77-96
- McGinn, Robert, 2008, “Ethics and nanotechnology: views of nanotechnology researchers”, review *Nanoethics*, vol. 2, n° 2, p 101-131.
- Miège, Bernard & Vinck, Dominique, 2011, *Les masques de la convergence. Enquêtes sur sciences, industries et aménagements*, Paris, Editions des archives contemporaines.
- Nordmann, Alfred,
 - o 2005, *Technologies convergentes-Façonner l’avenir des sociétés européennes*, Bruxelles, Rapport pour la Commission européenne.
 - o 2008, *Philosophy of Nanotechnoscience*, vol. 1: G. Schmid (ed.) *Principles and Fundamentals*, dans G. Schmid, H. Krug, R. Waser, V. Vogel, H. Fuchs, M. Grätzel, K. Kalyanasundaram, L. Chi (eds.) Weinheim, Wiley, 2008, p. 217-244.
- Nowotny, Helga, 2007, « How many policy rooms are there ? Evidence-base and other kinds of science policies » (réponse à Webster 2007), *Science, Technology and Human Values*, volume 32, n° 4 p 479-490.
- Popper, Karl, 1934, *The logic of scientific discovery*, translation, New York, Basic books, 1959, 1° partie.
- Porter, Michael, 1990, *The Competitive Advantage of Nations*, New York, Free Press
- Rieu, Alain-Marc,
 - o 1990, avec Tinland, Frank & Breton, Philippe, *La techno-science en question*, Seyssel, Editions Champ Vallon
 - o 2001, *Savoir et pouvoir dans la modernisation du Japon*, Paris, P.U.F., 6° partie, 2° édition mise à jour à paraître en 2012.
 - o 2007, “Le Japon comme société de connaissance: quelles leçons pour la France?”, dans J.F. Sabouret (sous la direction de), *L’empire de l’intelligence: les politiques de recherche japonaises depuis 1945*, Paris, CNRS Editions, p 185-216.
 - o 2008, « Géostratégie de la recherche et de l’innovation », Revue *Hermès*, Paris, CNRS Editions, n° 50, p. 67-73.
 - o 2011a, “Beyond neo-liberalism: research policies and society. The case of Japan”, Copenhagen, *The Copenhagen Journal of Asian Studies*, vol. 29, issue 2, 2, p 58-78.
 - o 2011b, “From reason to rationality. Beyond the opposition between rational choice and context” dans A-M Rieu (ed.), *Chinese and French views on Knowledge & Society today. Philosophy, Ethics, Epistemology*, Paris, Les Éditions des Archives Contemporaines.
- Roco, Mihail, & Bainbridge William, (eds.), 2002, *Converging Technologies for Human Performance*, Report for the National Science Foundation.
- Sparrow, Robert, 2009, “The social impacts of nanotechnology: an ethical and political analysis”, *Journal of bioethical inquiry*, vol. 6, n° 1
- Webster, Andrew, 2007, “Crossing boundaries: social science in the policy room”, *Science, Technology and Human Values*, volume 32, n° 4, p 458-478.

- Wynn, Brian, 2007, « Dazzled by the mirage of influence ? STS-SSK in multivalent registers of relevance » (réponse à Webster 2007), *Science, Technology and Human Values*, volume 32, n° 4, p 491-503